

防城港拦门沙航道稳定因素的分析*

杨治家 林国军 吴龙生

蒋孟荣 岳海东

(中国科学院海洋研究所, 青岛)

提要 本文从泥沙、波浪和潮流三个方面分析了防城港拦门沙航道的稳定性问题。在上述三个因素中,潮流为主导因素。

防城湾口的拦门沙横亘进港航道,形成水深仅2米多的浅水段(即拦门沙航道)。对其开挖后深度能否维持,直接关系到港口的发展。拦门沙航道进行了几次开挖加深,每次开挖后该航道的年淤积量仅几万立方米。自1983年底航道浚深至-7.5m以来,未进行过维护性疏浚,其间航道虽经受几次强台风的直接影响,从未出现骤淤堵塞而影响通航,几艘载货3万吨以上的货轮先后顺利进港装卸。多次水下地形测量结果也表明,航道轴线变化甚微。说明拦门沙航道具有较好的稳定性,有良好的开发前景。经调查研究,该航道还可浚深至-10m¹⁾。

拦门沙航道是连接外海与防城湾的水道,²是低潮时也见不到槽形的“潮汐通道”。关于潮汐通道问题,不少学者从不同角度进行了研究^[1,3,4,5,7,8]。本文根据多年的调查资料,从泥沙和水动力因子等自然条件分析防城港拦门沙航道的稳定性问题。

一、自然环境与航道冲淤的概况

防城湾为一狭长海湾,湾口朝南,其东为企沙半岛,其西为白龙半岛。砂质堆积体发育。湾内滩涂宽阔,港汊众多。渔漫岛将湾分成东西两部分,港口在岛的南端西侧(图1)。

湾内海滩多为细粒沉积物。深槽与航道内主要是中、粗砂。拦门沙及其内侧为中砂沉积,外侧为细砂沉积。拦门沙以外依次为粗粉砂、细粉砂和粉砂质软泥。

防城河入湾后沿渔漫岛分成东西两支流道,并在湾口汇合后向南出湾,形成“Y”字形深槽流道,除东支流道外均已开发成航道和港池。拦门沙呈东西走向,与三牙水下沙坝、钓鱼台下浅滩构成一弧形湾口坝,最浅水深小于1m。拦门沙航道的轴线剖面为上凸正地形,呈“门坎”形态,与内侧深槽相接构成一完整的潮汐通道。“门坎”从水深-2.2m加深至-7.5m后长约2.5km,仍呈不明显的“门坎”形态。

* 中国科学院海洋研究所调查研究报告第1469号。

收稿日期:1987年10月27日。

1) 中国科学院海洋研究所、广州航道局设计研究所、广西交通勘测设计院和广西防城港建港指挥部,1987。防城港拦门沙航道浚深-7.5m后冲淤状况调查研究以及浚深-10m的可行性研究报告。

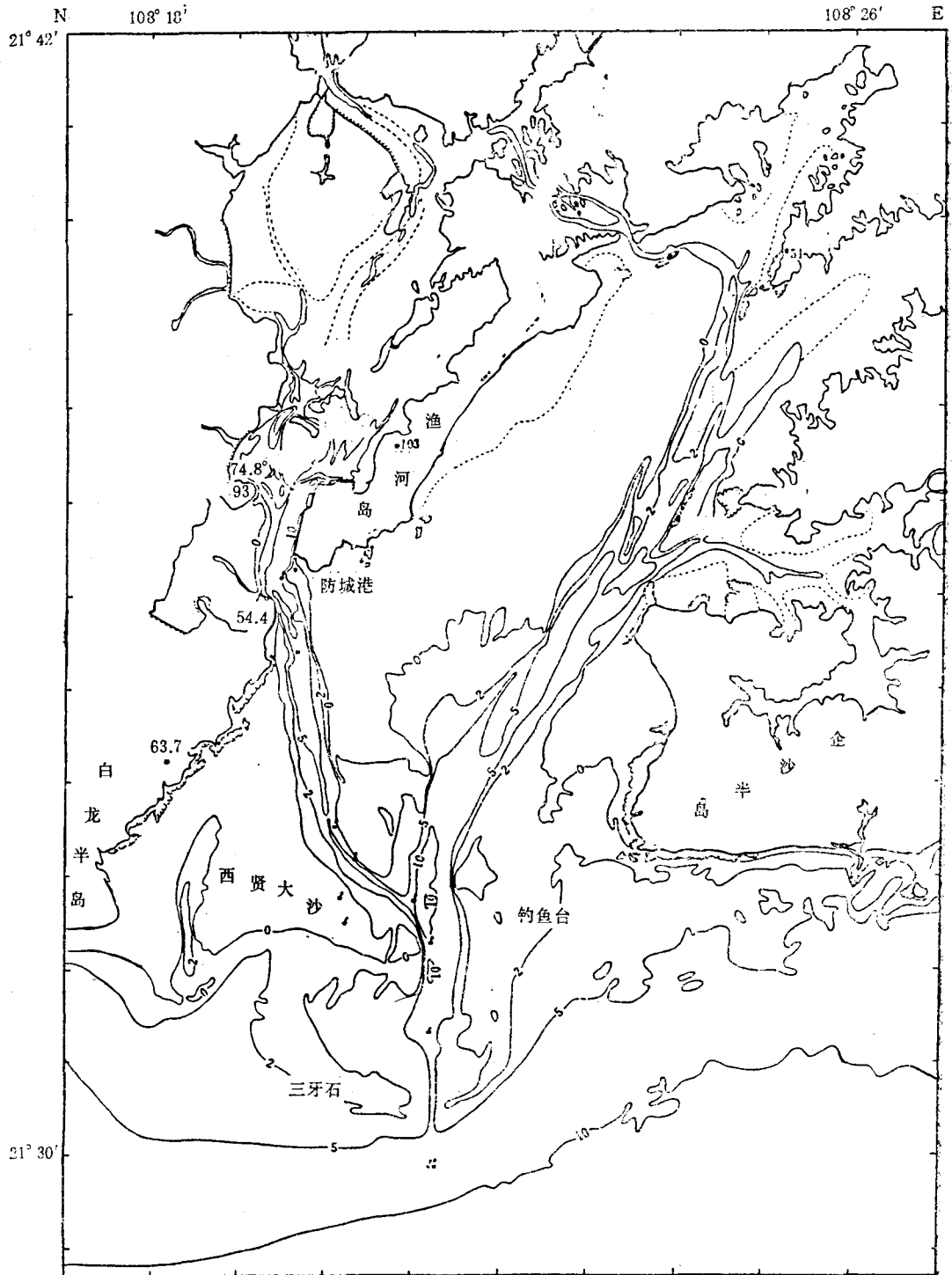


图 1 防城港区概位

Fig. 1 The map of Fangcheng harbor

拦门沙航道于 1976 年第一次开挖至 -5.5m , 1977 年底第二次开挖至 -6.5m , 1983 年底第三次开挖至 -7.5m , 开挖后的年淤积量仅数万立方米, 冲淤变化的基本格局(冬冲夏淤, 北冲南淤)仍基本保持^[2,61,1]。如浚深至 -10m 时, 年淤积量估算为 10 万立方米左右¹⁾。

二、泥沙供给与地形变化

防城河为主要入湾河流, 源于十万大山, 全长 100km 。平均流量为 $32.5\text{m}^3/\text{s}$, 年平均径流量为 10.3 亿立方米, 主要集中在 5—9 月。年均输沙量为 20 万吨。河流挟带的泥沙主要堆积在现代河口三角洲地区, 对内湾影响较大, 对距河口约 20km 的拦门沙地区的影响甚小。沿岸输沙甚微。造成航道淤积的泥沙, 主要是由附近堆积体的泥沙在水动力因子的作用下再搬运所供给^[2]。

据钻探资料分析, 拦门沙原为古防城河口区的堆积体。在全新世海浸过程中, 河口逐渐后退至现湾顶, 堆积体经长期水动力因子的塑造而成现状。拦门沙地形近期变化不大。在图 2 中, 等深线端部的后退是航道不断浚深所致。水动力因子的季节性变化, 使拦门沙地形随之改变, 等深线有进有退, 但幅度不大。总的趋势是趋于相等稳定^[6]。这种状态表明拦门沙地区的泥沙与水动力之间逐渐趋于动态平衡, 意味着附近堆积体的泥沙进入航道的数量不大。这说明, 泥沙供给不丰是拦门沙航道浚深后能维持一定水深而处于相对稳定的一个重要因素。

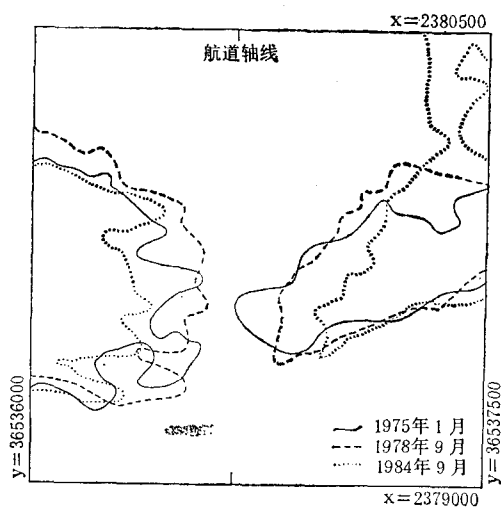


图 2 拦门沙顶部 2.5m 等深线变化
Fig. 2 Changes of the 2.5m bathymetric line

三、波浪特征及其纵向输沙

拦门沙地区除台风影响外, 波浪的基本特征多年变化小。夏季以南向向岸涌浪为主,

1) 同第 244 页脚注 1)。

冬季以北向离岸风浪为主¹⁾。

波浪以 $H < 0.8\text{m}$ 的轻浪为主,其频率为 $P = 74.61\%$,这部分波浪对本地区泥沙的输送几乎不起作用。而对泥沙输送产生作用的 $H \geq 0.8\text{m}$ 的波浪,频率低($P = 17.71\%$);其常浪向为 S($P = 5.71\%$),次为 SSW($P = 4.26\%$);强浪向为 SSW($H = 1.25\text{m}$)和 SSE($H = 1.23\text{m}$);波浪合成方向 $174^\circ - 175^\circ$ 。 $H \geq 2.0\text{m}$ 的波浪, $P = 0.53\%$,主要波浪向为 SSW 和 S(图 3)。

通道的封闭主要取决于风暴时的状况^[3],台风浪可能造成局部骤淤而堵塞航道。据统计,每年都有台风直接影响本地区,只是程度有差异。1983年3号强台风为16年一遇,

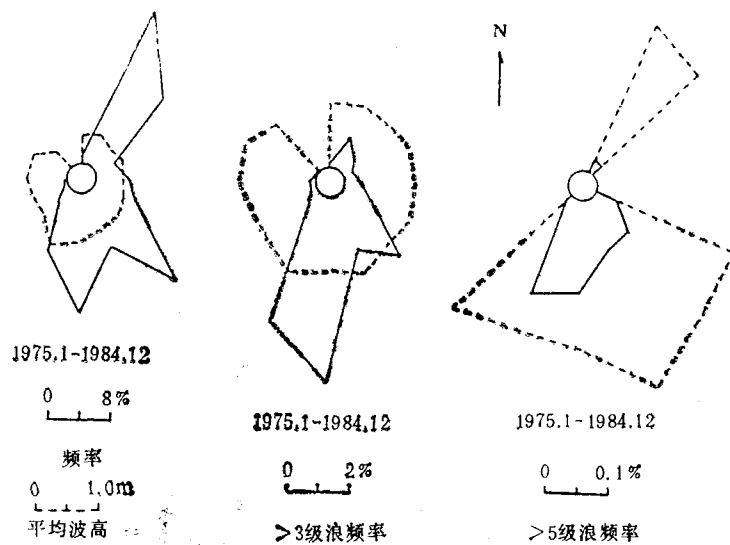


图 3 1975—1984 年波浪玫瑰图

Fig. 3 Rose of wave since 1975—1984

SE 向波高达 4.0m ; SSE 向平均波高为 4.83m ,最大波高为 7.0m 。经计算,波浪纵向输沙造成的航道淤积量近 10 万立方米。1986 年 9 号台风(缺实测波浪资料)时适逢大潮,造成港区部分护坡受损,地形测量结果表明:3—8 月航道淤积 15 万立方米。台风过境后,载货 3 万 2 千吨的货轮仍能顺利地进港装卸,说明航道未出现局部骤淤堵塞。由此可见, $H \geq 0.8\text{m}$ 的波浪,不仅频率低,且波浪(含台风浪)的常浪向、强浪向与航道轴线走向(S—N)成一较小交角,因而斜向波浪导致的纵向输沙强度较小(航道南半段冲刷近万立方米,北半段淤积约 2 万立方米)。波浪的这一特征,是拦门沙航道能保持相对稳定的又一重要因素。

四、航道的潮流特征及湾内纳潮量

防城湾潮汐类型属正规全日潮,最大潮差大于 4.5m ;潮流类型属不正规全日潮流。拦门沙以内地区基本为往复流。沿拦门沙航道轴线附近的潮流速较大,且落潮流速($V_{\text{落}}$)

1) 同第 244 页脚注 1)。

35—82cm/s) 大于涨潮流速 ($V_f = 22—51\text{cm/s}$)。涨潮延时 (13—15h) 远大于落潮延时 (7—9h)。将拦门沙航道浚深至-5.5m后的1976年和浚深至-7.5m后的1984年的潮流流速分布进行对比,并绘制成图4,图5。

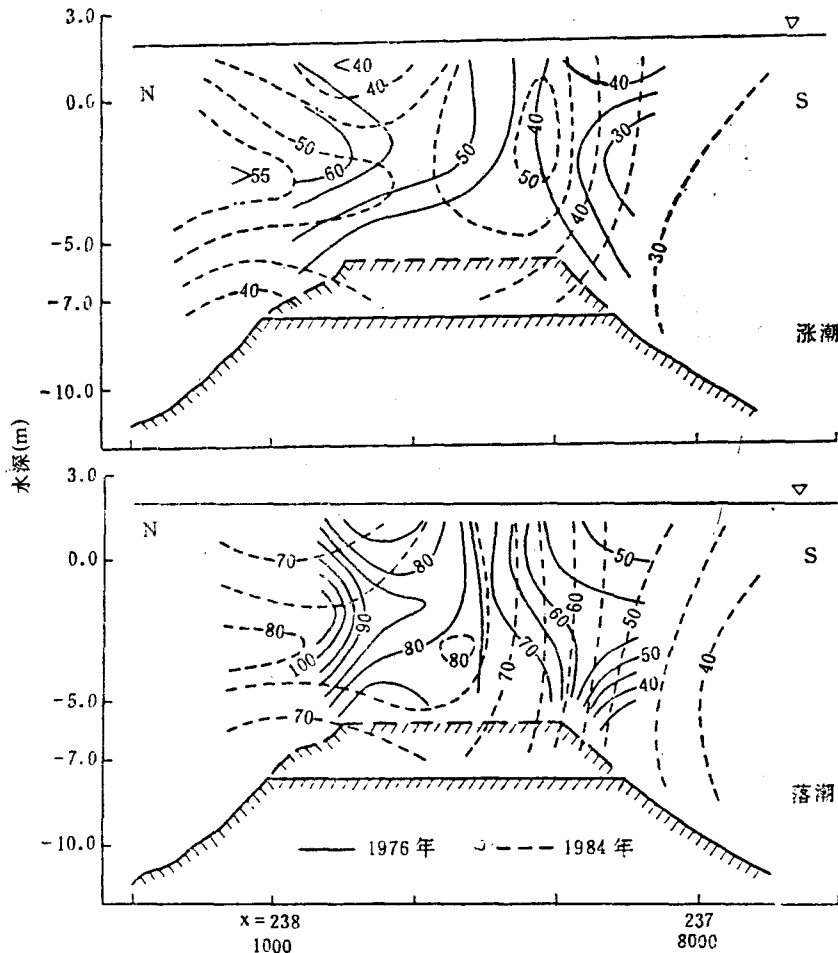


图4 浚深至-5.5m和-7.5m夏季平均最大涨、落潮流速垂直分布
Fig. 4 The vertical distribution of summer mean maximum rising and falling tidal current velocity at -5.5m and -7.5m depth of the bar channel

由图4,5可知,1976年和1984年无论是夏季还是冬季,其涨潮流速沿航道自南向北均呈递增状态,落潮流速则沿航道自北向南递减。流速等值线的形态和分布趋势彼此相近,反映出航道浚深后的流速有差异。流速分布状态和涨、落潮流速不对称则为其共同的特点。

防城湾的地形特征影响着拦门沙航道潮流的特性。涨潮初期,西贤沙仍露出水面,航道两侧较大范围的堆积体地区水很浅,因此在水深相对较大的航槽南口附近产生水壅,流速开始增大。航槽北段两侧因受地形控制,故潮流分别呈左旋和右旋而汇集于航槽,形成航道内流速呈递增状态。进入湾内后扩展,沿滩漫流,涨潮延时增大。相反,落潮时

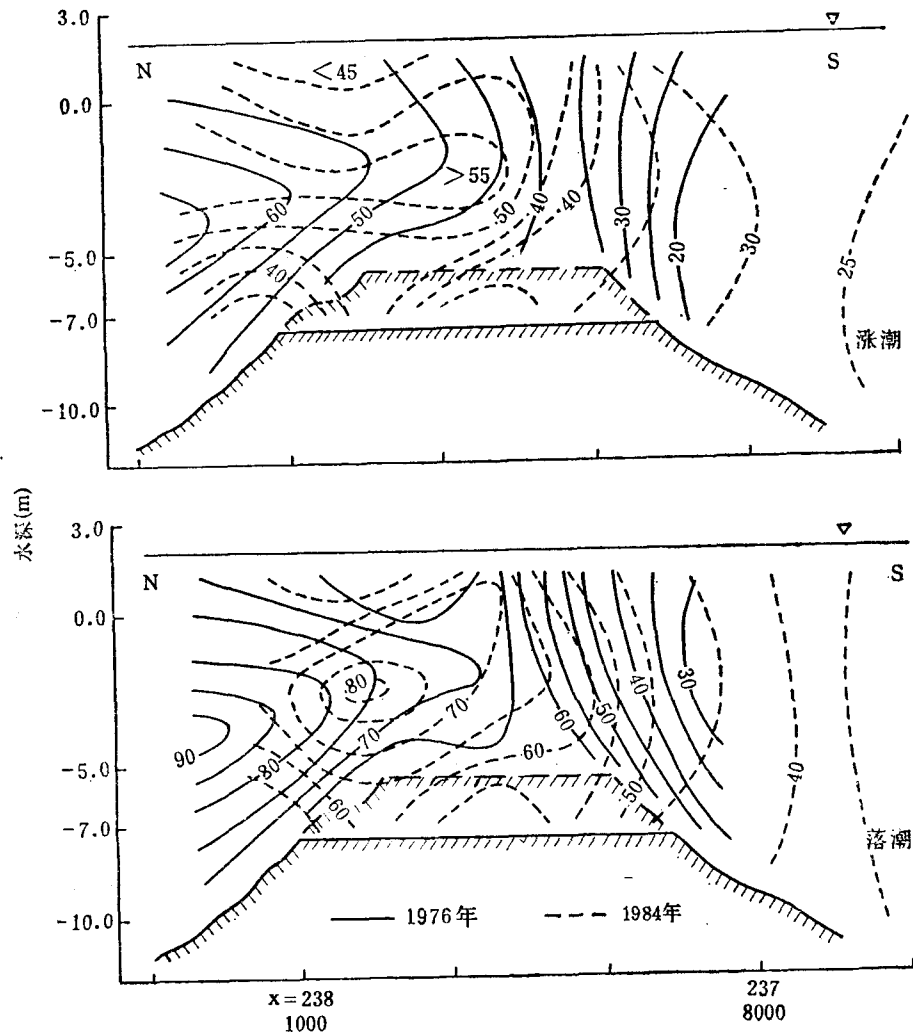


图5 浚深至-5.5m和-7.5m冬季平均最大涨、落潮流速垂直分布
 Fig. 5 The vertical distribution of winter mean maximum rising and falling tidal current velocity at -5.5m and -7.5m depth of bar channel

水流因受地形影响而竞相归槽外泄，在航槽北端尤为显著。因此流速最大，尔后沿航道向南递减出湾。落潮延时缩短。

在潮能的分布上，地形的影响也是明显的。涨潮时潮能多呈扩散状态，落潮时向深槽集中，因而落潮潮能略大于涨潮潮能^[3]，使拦门沙航道呈现为冲刷为主的趋势。

防城湾内腹地较大，有宽阔的纳潮场所。高潮时水域面积约 160km^2 ，大潮纳潮量达 $770 \times 10^6\text{m}^3$ ，小潮纳潮量为 $193 \times 10^6\text{m}^3$ 。这样的纳潮量是使该地区保持上述潮流特征的一个重要因素。反之，由于纳潮量的减少而改变了潮流特点，造成淤积量增加，从而降低通航能力，宁波港和厦门港就是例证^[3]。因此，有的学者在判别潮汐通道稳定性时将纳潮量作为一个很重要的参数^[7]。

由此表明,拦门沙航道内涨、落潮流速的不对称性(落潮流速大于涨潮流速),是航道浚深后能维持一定水深,保持相对稳定的第三个重要因素。

五、结 语

综上所述,在防城湾这一特定环境条件下,导致拦门沙航道处于相对稳定的三个自然因素中,航道内潮流速特性是主导因素。

拦门沙地区泥沙的外来补给不丰沛,对于航道的维护是有利的。但是该地区砂质堆积体十分发育,泥沙贮存量丰富,对航道仍是一种潜在威胁。然而该地区斜向波浪导致的纵向输沙强度较弱,使拦门沙航道缺少大量淤积的物质基础。航道两侧拦门沙顶部 2.5m 等深线 10 年来的变化幅度较小就是佐证。由于泥沙与波浪的这一特性并不因航道的浚深而出现质的变化,我们就可以近似地将其视为小变量或常量。

防城湾的地形特征以及湾内纳潮量较大,致使涨潮延时大于落潮延时,延时的不对称由涨、落潮流速的不对称予以补偿。因而航道内落潮流能大于涨潮流能,使航道呈现为以冲刷为主的趋势。即使由于波浪和涨潮流的作用造成航道淤积的泥沙,也将被强落潮流带走若干而减少其淤积量。如果航道内潮流速特性得以维持,那么目前航道的良好状态就能保持。而航道内的潮流速特性因某种原因被削弱或发生逆向变化,则航道的淤积量会随之增大,甚至难以维持一定水深。因此潮流速特性就成为导致航道处于相对稳定的主导因素。

参 考 文 献

- [1] 尤芳湖, 1980. 防城港潮汐通道动态稳定问题的研究. 第二次中国海洋湖沼科学会议论文集. 科学出版社, 229—239 页。
- [2] 尤芳湖、林国军、杨治家, 1980. 防城港拦门沙航道泥沙冲淤变化规律的研究. 海洋科学 1: 12—18.
- [3] 任美镔、张忍顺, 1984. 潮汐汉道的若干问题. 海洋学报 6(3): 352—360.
- [4] 胡方西、曹沛奎, 1981. 三门湾潮波运动特征及其与地貌发育的关系. 海洋与湖沼 12(3): 225—234.
- [5] 彭炳建, 1987. 粤西水东潮汐通道流速不对称性及流速模拟分析. 海洋科学 6: 17—22.
- [6] 杨治家、林国军、吴龙生、蒋孟荣、岳海东, 1988. 防城港拦门沙航道浚深—7.5m 后冲淤状况及其冲淤量. 海洋科学 1: 9—14.
- [7] Bruun, P., 1973. Port Engineering. Guff Publishing Company Houston, Texas. pp. 319—350.
- [8] Bruun, P., F. Gerritsen and N. P. Bhakta, 1974. Evaluation of Overall Entrance Stability of Tidal Entrance, Proc. 14th Conf. Coastal Engineering, pp. 1566—1584.

THE ANALYSES OF STABILITY OF THE BAR CHANNEL OF FANGCHENG HARBOR*

Yang Zhijia, Lin Guojun, Wu Longsheng

Jiang Mengrong and Yue Haidong

(*Institute of Oceanology, Academia Sinica, Qingdao*)

ABSTRACT

The water depth of bar channel at the mouth of the Fangcheng Bay was only about 2 m before.

Now it is -7.5 m after the dredging. The annual accumulation of sediment is about tens of thousands m^3 . During summer season depositing and winter season erosion. South part is deposit area and north part is erosion area. Effect of Typhoon has little effect in blocking up the channel. The stability of bar channel is good.

The interaction among sediments, wave and tide current is analysed based on the data of many years. The sediments are not abundant. $H \geq 0.8$ m of wave, frequency is low ($p = 17.71\%$). The angle between channel and main wave direction is small, so the alongshore drift is weak and topographic change of bar is small. But the tidal influx is great in the Fangcheng bay. The flood (ebb) tide current velocity increases (decreases) along the bar channel, the velocity of ebb tidal current is higher than that of flood tidal current. The unsymmetry of tidal current is main factor for making the bar channel of Fangcheng harbor stable.

* Contribution No. 1469 from the Institute of Oceanology, Academia Sinica.